



DEUTSCHES  
PATENTAMT

B7

21 Aktenzeichen: P 44 35 996.9  
22 Anmeldetag: 8. 10. 94  
43 Offenlegungstag: 11. 4. 98

DE 44 35 996 A 1

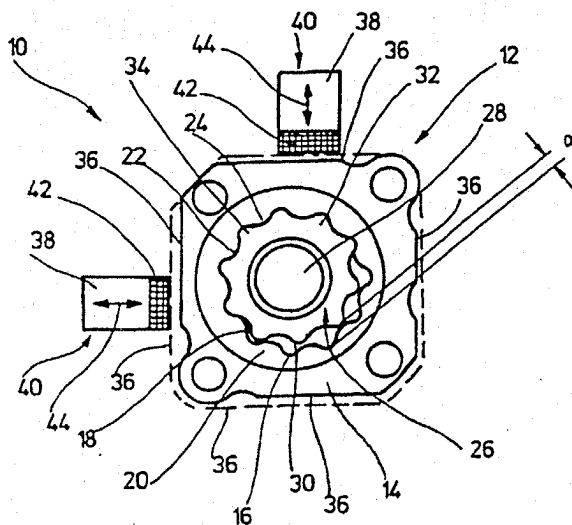
71 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

72 Erfinder:  
Dobler, Klaus, Dr.-Ing. Dr., 70839 Gerlingen, DE;  
Heinz, Rudolf, Dr.-Ing. Dr., 71272 Renningen, DE;  
Rehbein, Peter, Dipl.-Ing., 70435 Stuttgart, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

64 Drehantrieb

67 Die Erfindung betrifft einen Drehantrieb mit einem in einem Gehäuse auf einer Welle drehfest gelagerten Rotor. Es ist vorgesehen, daß zur Erzeugung einer Drehbewegung des Rotors (26) ein den Rotor (26) umgreifendes Gehäusestück (12) relativ zu dem Rotor (26) bewegbar ist.



DE 44 35 996 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Drehantrieb nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

## Stand der Technik

Drehantriebe der gattungsgemäßen Art sind bekannt. Neben den auf elektromagnetischen Prinzipien arbeitenden Drehantrieben sind als sogenannte Wanderwellenmotoren ausgebildete Ultraschallmotoren bekannt. Bei diesen wird über Piezoaktoren in einem Schwingungsmedium eine Wanderwelle erzeugt, die auf einen reibkraftschlüssig mit dem Schwingungsmedium in Kontakt stehenden Rotor übertragen wird. Hierbei ist nachteilig, daß zur Drehbewegung des Rotors eine umlaufende Wanderwelle erzeugt werden muß, die einen komplizierten Aufbau eines derartigen Drehantriebes voraussetzt. Darüber hinaus kann es zu Reflexionen der erzeugten Schwingungen kommen, die den Wirkungsgrad des Drehantriebes beeinträchtigen.

## Vorteile der Erfindung

Der erfindungsgemäße Drehantrieb mit den im Anspruch 1 genannten Merkmalen bietet demgegenüber den Vorteil, daß durch einen einfach aufgebauten Drehantrieb sehr präzise Drehbewegungen des Rotors erzeugt werden können, wobei insbesondere mittels kleiner Drehzahlen große Drehmomente übertragbar sind. Dadurch, daß zur Erzeugung der Drehbewegung des Rotors ein den Rotor umgreifendes Gehäusestück relativ zu dem Rotor bewegt wird, kann der Rotor selber von allen, die Drehbewegung erzeugenden Bauteilen freigehalten werden, so daß dieser relativ einfach herstellbar und aufgebaut ist. Die relative Bewegung des Gehäuseteils kann von außen, außerhalb von rotierenden Teilen angeordneten Einrichtungen vorgenommen werden, so daß diese in einfacher Weise mit dem Gehäuseteil verbindbar sind.

In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß das Gehäuseteil eine den Rotor aufnehmende Ausnehmung aufweist, deren Mantelfläche mit einer Mantelfläche des Rotors zur Erzeugung der Drehbewegung zusammenwirkt, wobei die Mantelflächen vorzugsweise formschlüssig und/oder kraftschlüssig miteinander in Kontakt stehen. Hierdurch wird sehr vorteilhaft eine auf das Gehäuseteil wirkende Bewegung über dessen Mantelfläche auf den Rotor übertragen. Durch relativ geringe, vorzugsweise um 90° zueinander versetzte Linearbewegungen des Gehäuseteils können so diese Linearbewegungen auf den Rotor übertragen und in eine Drehbewegung umgewandelt werden. Aufgrund sehr geringer Linearbewegungen des Gehäuseteils können Drehantriebe im "Mikromechanik-", das heißt im Millimeter- oder Submillimeterbereich, realisiert werden. Derartig kleine Drehantriebe sind vorteilhaft mit elektronischen Ansteuerungen zur Erzielung extrem kleiner und kompakter steuerbarer Drehantriebe kombinierbar.

Ferner ist vorteilhaft, wenn die Linearbewegungen des Bauteils durch um 90° zueinander versetzte Linearaktoren, vorzugsweise Piezotranslatoren, erzeugt werden. Diese Piezotranslatoren sind in einfacher Weise in eine elektronische Schaltung einbindbar, so daß zusätzliche, aufwendige Ansteuerelektroniken nicht notwendig sind. Über eine vorzugsweise phasenversetzte Ansteuerung der Piezotranslatoren können fortlaufende,

quer zueinander gerichtete Linearbewegungen des Bauteils in eine kontinuierliche Drehbewegung des Rotors umgesetzt werden.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den übrigen in den Unteransprüchen genannten Merkmalen.

## Zeichnung

Die Erfindung wird nachfolgend in Ausführungsbeispielen anhand der zugehörigen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Schnittdarstellung durch einen erfindungsgemäßen Drehantrieb und

Fig. 2 eine schematische Schnittdarstellung durch einen Drehantrieb nach einer weiteren Ausführungsvariante.

## Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Fig. 1 zeigt einen allgemein mit 10 bezeichneten Drehantrieb. Der Drehantrieb 10 besitzt ein Gehäuse 12, das von in Fig. 1 nicht gezeigten Lagerschalen und einem zwischen den Lagerschalen angeordneten Gehäuseteil 14 gebildet wird. Das Gehäuseteil 14 besitzt eine axiale Ausnehmung 16, die eine Mantelfläche 18 aufweist. Zur Ausbildung der Ausnehmung 16 kann in das Gehäuseteil 14 ein Ringelement 20 eingesetzt sein. Das Ringelement 20 ist dabei fest mit dem Gehäuseteil 12 verbunden. Nach einer weiteren — nicht dargestellten Ausführung — können das Ringelement 20 und das Gehäuseteil 12 einstückig ausgebildet sein. Die Mantelfläche 18 besitzt eine Innenverzahnung 22, die eine Anzahl  $n + 1$  Zähne 24 besitzt. Innerhalb der Ausnehmung 16 ist ein Rotor 26 angeordnet, der drehfest mit einer Welle 28 verbunden ist. Die Welle 28 ist dabei in den nicht dargestellten Lagerschalen des Gehäuses 12 gelagert. Der Rotor 26 weist eine Mantelfläche 30 auf, die eine Außenverzahnung 32 besitzt. Die Außenverzahnung 32 besitzt  $n$  Zähne 34. Die Zähne 24 und 34 sind dabei derart ausgebildet, daß diese formschlüssig ineinandergreifen können. Die Mantelfläche 18 des Gehäuseteils 14 besitzt einen größeren Durchmesser als die Mantelfläche 30 des Rotors 26, so daß sich eine Durchmesserdifferenz  $d$  ergibt. Hierdurch wird erreicht, daß lediglich kreissegmentweise die Außenverzahnung 32 des Rotors 26 mit der Innenverzahnung 22 des Gehäuseteils 14 formschlüssig ineinandergreift, während diametral gegenüberliegend die Zähne 34 des Rotors 26 und die Zähne 24 des Gehäuseteils 14 sich gegenüberliegen. Die Durchmesserdifferenz  $d$  entspricht hierbei der Höhe der Zähne 24, so daß die Zähne 34 des Rotors 28 an den Zähnen 24 des Gehäuseteils 12 vorbeibewegbar sind.

Das Gehäuseteil 12 besitzt im wesentlichen rechtwinklig zueinander angeordnete Außenflächen 36. An zwei rechtwinklig zueinander angeordneten Flächen 36 greift jeweils ein Linearaktor 38 an. Die Linearaktoren 38 können beispielsweise von Piezotranslatoren 40 gebildet sein. Zwischen den Linearaktoren 38 und dem Gehäuseteil 12 ist jeweils eine elastische Kupplung 42 angeordnet. Die elastische Kupplung 42 stellt somit eine mechanische Verbindung zwischen den Linearaktoren 38 und den Flächen 36 des Gehäuseteils 14 her. Die elastischen Kupplungen 42 sind so aufgebaut, daß diese in Wirkrichtung des zugehörigen Linearaktors 38 steif und quer zur Wirkrichtung des zugehörigen Linearaktors 38 weich sind.

Der in Fig. 1 gezeigte Drehantrieb übt folgende Funktion aus:

Die als Piezotranslatoren 40 ausgebildeten Linearaktoren 38 sind mit einer Ansteuerlektronik verbunden. Diese Ansteuerlektronik stellt eine Betätigungsspannung bereit. Hierbei ist ein Piezotranslator 40 mit einer Sinus-Spannungsquelle und ein zu diesen um 90° versetzt angeordneter Piezotranslator 40 mit einer cosinus-Spannungsquelle verbunden. Die Betätigungsspannung der um 90° zueinander versetzt angeordneten Piezotranslatoren 40 ist somit um ebenfalls 90° phasenverschoben. Aufgrund der anliegenden Spannung an den Piezotranslatoren führen diese — in an sich bekannter Weise — die mit den Doppelpfeilen 44 angegebenen Linearschwingungen aus. Entsprechend einem sinusförmigen Verlauf der Betätigungsspannungen erfolgt eine Schwingung der Piezotranslatoren 40 mit einer von der Betätigungsspannung vorgegebenen Frequenz mit einer wählbaren Amplitude. Diese Schwingungen der Piezotranslatoren 40 werden über die elastischen Kupplungen 42 auf das Gehäuseteil 14 übertragen. Das Gehäuseteil 14 erfährt somit eine aus den Schwingungen der Piezotranslatoren 40 resultierende Bewegung, die einer kreisförmigen, ebenen Bewegung entspricht. Bei dieser Bewegung wird das Gehäuseteil 12 derart auf einer Kreisbahn hin- und herbewegt, daß sich die gegenüberliegenden Flächen 36 des Gehäuseteils 12 jeweils immer parallel zueinander verschieben. Eine derartige Parallelverschiebung der Flächen 36 ist durch die teilweise gestrichelte Darstellung des Gehäuseteils 12 angedeutet. Durch diese quasi Hin- und Herbewegung des Gehäuseteils 12 auf einer Kreisbahn wird die Außenverzahnung 32 des Rotors 26 an der Innenverzahnung 22 des Gehäuseteils 14 abgewälzt. Durch die fortlaufende Abwälzung der Verzahnung erfolgt eine Drehbewegung des Rotors 26, wobei die Welle 28 als Drehachse wirkt. Die Welle 28 kann mit Mitteln versehen sein, die ein Abgreifen der Drehbewegung gestatten. Das Gehäuseteil 14 wird somit zwischen den nicht dargestellten Lagerschalen, mit denen dieses nicht verbunden ist, in der erwähnten Weise bewegt. Die Lagerschalen bilden somit gleichzeitig eine Führung für das Gehäuseteil 14. Bei entsprechendem Einbau des Drehantriebs 10 in ein gesamtes Modul, das beispielsweise den Drehantrieb 10 und die Ansteuerlektronik aufweist, kann bei geeigneter Ausgestaltung auf die Lagerschilde verzichtet werden. Durch die in Wirkrichtung der Piezotranslatoren 40 steifen und quer zu den Wirkrichtungen weichen elastischen Kupplungen 42 wird die ebene Kreisbewegung des Gehäuseteils 14 ermöglicht und bei der entsprechenden Zurückbewegung in die Ausgangslage unterstützt. Durch eine entsprechende Ansteuerung der Piezotranslatoren 40 kann eine Drehrichtung des Rotors 32 gewählt werden. Dieser kann also sowohl vorwärts als auch rückwärts drehen.

In der Fig. 2 ist eine weitere Variante eines Drehantriebs 10 gezeigt, bei dem gleiche Teile trotz eines teilweise unterschiedlichen Aufbaus zur besseren Verdeutlichung der Erfindung mit gleichen Bezugszeichen versehen sind.

Der hier gezeigte Drehantrieb 10 besitzt ebenfalls das Gehäuseteil 12, in dessen Ausnehmung 16 der Rotor 26 angeordnet ist. Sowohl die Mantelfläche 18 des Gehäuseteils 12 als auch die Mantelfläche 30 des Rotors 26 besitzen eine glatte Oberfläche und verlaufen demnach koaxial zu der Welle 28. Die Oberflächen der Mantelflächen 18 und 30 können eine Mikrorauigkeit besitzen, die einen besseren Reibschluß zwischen dem Gehäuse-

teil 12 und dem Rotor 26 ermöglichen. Die Ausnehmung 16 besitzt wiederum einen größeren Durchmesser als der Rotor 26.

An wenigstens zwei Flächen 36 des Gehäuseteils 12 greifen die Linearaktoren 38 an. Diese sind über Stege 46 mit den Flächen 36 verbunden. Im gezeigten Beispiel sind wiederum zwei Linearaktoren 38 an zwei im wesentlichen im rechten Winkel zueinander angeordneten Flächen 36 des Gehäuseteils 12 angeordnet. Die Stege 46 sind hierbei derart angeordnet, daß diese in Wirkrichtung 44 des jeweiligen Linearaktors 38 steif und quer zur Wirkrichtung des jeweiligen Linearaktors 38 weich aufgehängt sind. Dies kann durch eine entsprechende geometrische Gestaltung der Stege 46 erreicht werden, indem diese in Wirkrichtung 44 eine große Länge und quer zur Wirkrichtung eine relativ kleine Höhe aufweisen.

Die Wirkungsweise des in Fig. 2 gezeigten Drehantriebs 10 entspricht der des in Fig. 1 gezeigten Drehantriebs 10. Durch Aktivierung der Piezotranslatoren 40 werden diese entsprechend der Betätigungsspannung in Schwingungen versetzt, die eine kreisförmige, ebene Bewegung des Gehäuseteils 12 bewirken. Über den Reibschluß der Mantelfläche 18 des Gehäuseteils 12 mit der Mantelfläche 30 des Rotors 26 wird dieser hierbei in Rotation versetzt. Die Drehrichtung des Rotors 26 ist wiederum über die Wahl der Betätigungsspannungen der Piezotranslatoren 40 einstellbar.

Den zu den mit einem der Linearaktoren 38 bestückten Flächen 36 des Gehäuseteils 12 parallelliegenden Flächen 36 ist ein elastisches Element 48 zugeordnet. Das elastische Element 48 kann beispielsweise durch eine Feder 50 gebildet sein. Die Federn 50 stützen sich einerseits an einem Festpunkt 52 und andererseits an der Fläche 36 des Gehäuseteils 12 ab. Die Federn 50 besitzen eine Vorspannung, so daß das Gehäuseteil 12 von den Festpunkten 52 jeweils in Richtung auf die Linearaktoren 38 gedrückt wird. Die Federkraft der Federn 50 ist hierbei so bemessen, daß diese in Betrieb des Drehantriebs 10 von den Linearkräften der Linearaktoren 38 überwunden werden können. Durch die Anordnung der Federn 50 wird erreicht, daß bei einem sich außer Betrieb befindlichen Drehantrieb 10 der Rotor 26 durch das Gehäuseteil 12 festgeklammert wird und somit in einer definierten Position verbleibt und die Linearaktoren 38 mit einer Druckkraft vorgespannt sind.

Die in den Fig. 1 und 2 gezeigte Anordnung der Linearaktoren 38 ist lediglich beispielhaft. So können anstelle von zwei Linearaktoren 38 auch mehrere Linearaktoren 38 angeordnet sein. So können beispielsweise auf jeder Fläche 36 des Gehäuseteils 12 jeweils ein oder auch mehrere, parallel wirkende Linearaktoren 38 angeordnet sein. Durch eine Erhöhung der Anzahl der Linearaktoren 38 ist eine Erhöhung des übertragbaren Drehmomentes mit dem Drehantrieb 10 möglich. Darüber hinaus ist möglich, zwischen den Linearaktoren 38 und dem Gehäuseteil 12 Hebelanordnungen anzuordnen, die eine mechanische Übersetzung der Linearbewegung der Linearaktoren 38 bewirken. So sind mit relativ kleinen Amplituden der Linearbewegungen der Linearaktoren 38 am Gehäuseteil 12 größere Hubbewegungen möglich. Weiterhin ist der Einsatz von Piezotranslatoren 40 als Linearaktor 38 lediglich beispielhaft. So können anstelle der Piezotranslatoren 40 beispielsweise auch magnetostriktive Aktoren oder andere, eine entsprechende Linearbewegung bewirkende Aktoren eingesetzt werden.

## Patentansprüche

1. Drehantrieb mit einem in einem Gehäuse auf einer Welle drehfest gelagerten Rotor, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erzeugung einer Drehbewegung des Rotors (26) ein den Rotor (26) umgreifendes Gehäuseteil (12) relativ zu dem Rotor (26) bewegbar ist. 5
2. Drehantrieb nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuseteil (12) eine den Rotor (26) aufnehmende Ausnehmung (16) aufweist, dessen Mantelfläche (18) mit einer Mantelfläche (30) des Rotors (26) zur Erzeugung der Drehbewegung zusammenwirkt. 10
3. Drehantrieb nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Mantelflächen (18, 30) formschlüssig und/oder kraftschlüssig miteinander in Kontakt stehen. 15
4. Drehantrieb nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Durchmesser der Ausnehmung (16) um eine Durchmesserdifferenz (d) größer ist als ein Durchmesser des Rotors (26). 20
5. Drehantrieb nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Mantelflächen (18, 30) eine ineinandergreifende Verzahnung (22, 32) aufweisen. 25
6. Drehantrieb nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Innenverzahnung (22) der Mantelfläche (18) eine Anzahl (n + 1) Zähne (24) gegenüber einer Anzahl (n) Zähne (34) der Außenverzahnung (32) der Mantelfläche (30) aufweist. 30
7. Drehantrieb nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Mantelflächen (18, 30) eine raue oder glatte Oberfläche aufweisen. 35
8. Drehantrieb nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß an das Gehäuseteil (14) zur Erzeugung der Relativbewegung wenigstens zwei Linearaktoren (38) angreifen. 40
9. Drehantrieb nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Linearaktoren (38) um 90° zueinander versetzt angeordnet sind. 45
10. Drehantrieb nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Linearaktoren (38) über eine elastische Kupplung (42, 46) an um 90° zueinander versetzt angeordneten Flächen (36) des Gehäuseteils (12) angreifen. 50
11. Drehantrieb nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Linearaktoren (38) von Piezotranslatoren (40) gebildet werden. 55
12. Drehantrieb nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils um 90° versetzt angeordnete Piezotranslatoren (40) mit einer um 90° phasenverschobenen Betätigungsspannung aktivierbar sind. 60
13. Drehantrieb nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Linearaktoren (38) über eine Hebelanordnung zur Vergrößerung des Hubweges an das Gehäuseteil (12) angreifen. 65
14. Drehantrieb nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß dem Gehäuseteil (12) jeweils ein der Wirkrichtung (44) der

Linearaktoren (38) entgegenwirkendes, elastisches Element (48) zugeordnet ist.

15. Drehantrieb nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuseteil (12) eine kreisförmige, ebene Bewegung erfährt.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

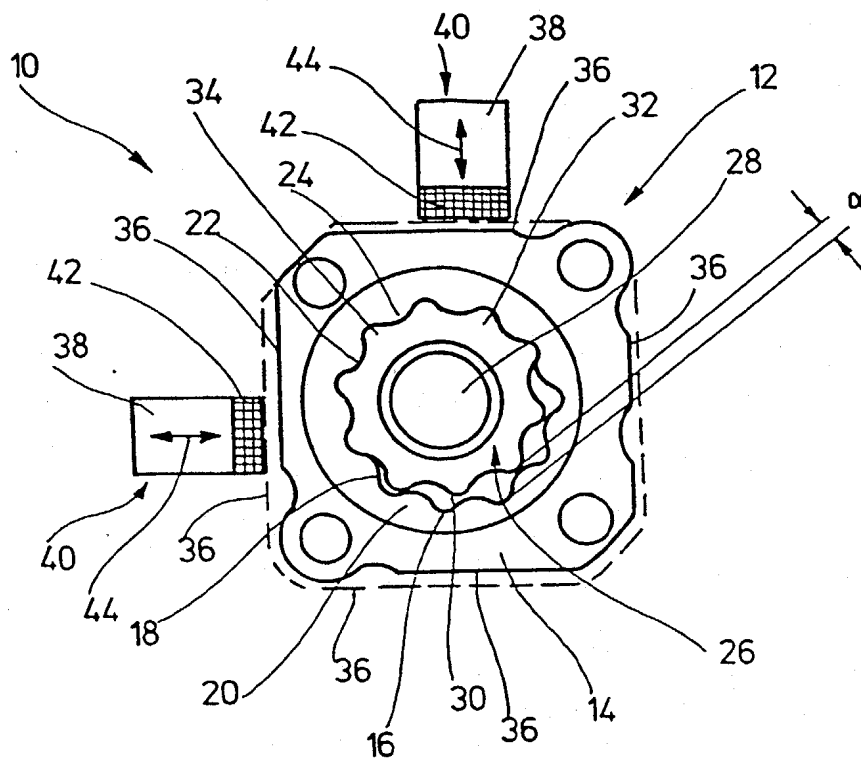
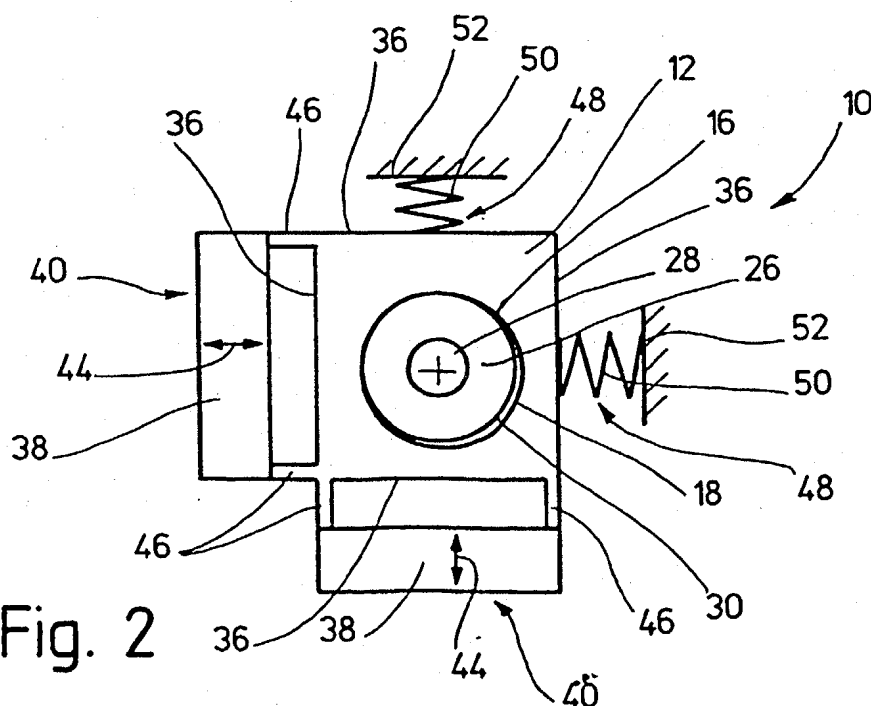


Fig. 1



3/9/1

DIALOG(R) File 351:Derwent WPI  
(c) 2000 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.

010692469      \*\*Image available\*\*  
WPI Acc No: 1996-189424/\*199620\*  
XRPX Acc No: N96-158368

Rotary drive using linear actuators - has serrated rotor on shaft inched  
around by oscillating outer housing with matching inner serrations

Patent Assignee: BOSCH GMBH ROBERT (BOSC )

Inventor: DOBLER K; HEINZ R; REHBEIN P

Number of Countries: 001    Number of Patents: 002

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
DE 4435996	A1	19960411	DE 4435996	A	19941008	199620 B
DE 4435996	C2	19961002	DE 4435996	A	19941008	199644

Priority Applications (No Type Date): DE 4435996 A 19941008

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
DE 4435996	A1		6	H02N-002/00	
DE 4435996	C2		5	H02N-002/12	

Abstract (Basic): DE 4435996 A

A rotary drive has a rotor (26) fixed to a shaft within a housing (12). To generate a rotary movement of the shaft, part of the housing surrounding the rotor is rotated relative to the rotor. This part has a serrated surface with rounded edges that mates with a similar serrated surface on the rotor. The two surfaces are in positive locking contact. There is one tooth less on the rotor serrations than on the housing serrations. Their surfaces may be rough or smooth. To generate the necessary movement of the housing, there are at least two linear actuators (38) displaced by ninety degrees.

ADVANTAGE-Simple design giving precise rotary movement of rotor shaft, and especially with low speeds; large torque can be transmitted.  
Dwg.1/2

Title Terms: ROTATING; DRIVE; LINEAR; ACTUATE; SERRATED; ROTOR; SHAFT; INCH  
; OSCILLATING; OUTER; HOUSING; MATCH; INNER; SERRATED

Derwent Class: V06

International Patent Class (Main): H02N-002/00; H02N-002/12

File Segment: EPI

Manual Codes (EPI/S-X): V06-M06B; V06-M06D1